

# **Il complesso monumentale Mozzi-Bardini: ricerca metodologica per un sistema aperto**

Dr. Giancarlo Carrai SVALTEC Srl- Firenze  
Arch. Fiorella Facchinetti Soprintendenza B.A.A.- Firenze

## ***Abstract***

The authors present a development of a 3-Dimension view of Historical Heritages into a non-dimensional database. The experiences gained with Torre di Pisa, Badia Fiorentina Tower, and other masterpieces have been utilised to conjoin the high precision measurements with a database model completely independent from co-ordinates. The main concept on the top of which the database is built is that the system is based on a minimal unity conception represented by the "space" that by means of links (using the concept of topological adjacency) represents the entire building in its forms and content as well as the whole room (understood as a tile or a minimum cell unit). In this way any opening allows to go from one room to another, exploiting the topological relations rather than the geometric position which would make spatial analysis extremely complex. Within this model all the features are comprehended and embedded. The Information System is conceived as an open database for the sake of "interoperability" among different experts and users sharing the huge amount of data already available to enhance capabilities related to the conservation and restoration of any historical building. Some study cases are given to understand the need of users with different skill and view of the problem to break "information isles"; a proposal for a prototype "clearinghouse" is anticipated indeed.

## ***Sommario***

Poiché è universalmente accettato il concetto che non vi è tutela dei Beni Culturali se non vi è conoscenza degli stessi Beni, si pone il problema di come organizzare, gestire e divulgare tutti i dati che costituiscono la componente essenziale di questa conoscenza. Da una prima esperienza costituita da un Sistema Informativo che contiene informazioni geometriche tridimensionali legate a un database dinamico e facilmente consultabile, ma inevitabilmente mai esaustivo, è nata l'esigenza di confrontarsi con la possibilità di operare considerando questo database aperto e distribuito, facente parte di un sistema molto più esteso dove è possibile la comparazione con altri sistemi. In questo ambito si sono sviluppate le problematiche legate all'interoperabilità, intesa come un sistema di database interconnessi e capaci di scambiarsi informazioni comprensibili.

## PREMESSA

La realizzazione del Sistema Informativo di Mozzi-Bardini è solo l'ultimo anello di una ricerca di nuovi sistemi di supporto per il restauro e la conservazione dei beni architettonici che è iniziata concretamente nel 1996 e che attraverso tre esperienze significative è arrivata a definire un modello concettuale abbastanza conforme alle necessità di conoscenza e progettazione degli Organismi preposti alla Tutela di questi Beni.

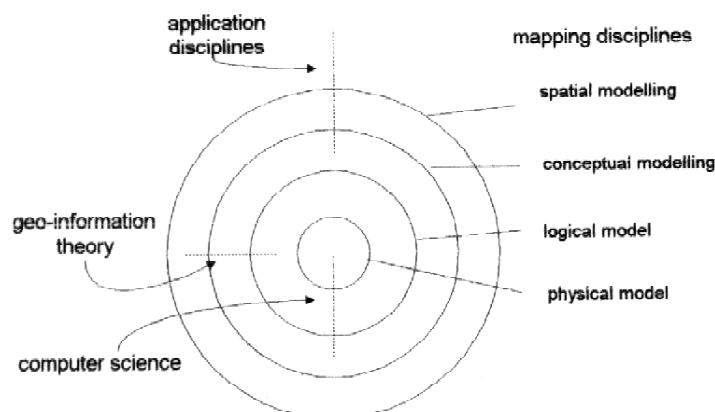
Abbiamo iniziato ad occuparci di rilievi architettonici particolari nel 1995 con la realizzazione del rilievo fotogrammetrico di dettaglio (scala 1:20 e 1:50) della *torre di Pisa*, da cui si è ottenuto il modello matematico tridimensionale, le sezioni e gli spaccati che sono serviti per gli studi di consolidamento ancora in corso.

Sull'esperienza della torre di Pisa è stato realizzato il rilievo del campanile della *Badia Fiorentina*, oggetto, da parte della Soprintendenza di Firenze, di un intervento di restauro e consolidamento che, per la sua complessità e originalità, ha vinto il primo premio dell'ASSIRCO al concorso biennale di Assisi. Oltre al modello matematico, che è stato utilizzato per i calcoli statici e le simulazioni utili per la redazione del progetto, si è costituita una banca dati dinamica collegata al modello geometrico, finalizzata alla gestione dei dati conoscitivi e di quelli relativi ai diversi interventi eseguiti sugli elementi del Campanile. La necessità di costituire una banca dati è nata da una legittima esigenza, quasi sempre disattesa: disporre di un insieme ordinato e relazionabile degli elementi conoscitivi della struttura su cui si opera. Ed ancora dalla volontà di documentare, con la stessa logica, tutti i dati tecnici e scientifici degli interventi di restauro che vengono via via realizzati.

Nell'ambito del restauro del complesso *Mozzi-Bardini* è stata seguita una nuova via di ricerca per soddisfare alla richiesta di uno strumento informativo che rispondesse, sia alle esigenze già espresse, sia alle necessità dei progettisti di vedere e navigare la "macchina" architettonica, svincolati dalle rigide geometrie cartesiane.

## IL MODELLO DATI DI MOZZI-BARDINI

Il processo mentale che è stato seguito nell'ingegnerizzazione del sistema ha seguito un itinerario inverso rispetto alla normale modellazione dei dati; non potendo partire dal modello spaziale dei dati (intendendo con ciò la percezione che un osservatore ha dell'aspetto fisico dell'oggetto) si è dato maggior importanza all'analisi del modello concettuale definendo quali entità e relativi aspetti dovevano essere considerati rispetto ad altri essendo più funzionali all'applicazione. Ciò ha quindi influenzato anche il modello logico dei dati e i suoi aspetti relazionali che in ultima analisi hanno infine costituito il modello fisico dei dati all'interno del database relazionale utilizzato.



**Fig.1** I diversi livelli di modellazione dei dati (da Molenaar, 1998)

La novità del modello proposto è che il sistema è costruito su un concetto di unità minima (funzionale e di forma) rappresentata dal *vano* che aggregandosi (sfruttando il concetto di adiacenza topologica),

rappresenti l'intero immobile nelle sue forme e nei suoi contenuti come l'insieme delle "celle- vano" che lo compongono in una struttura tutto-parti.

Il vano viene definito, perciò, come quell'unità spaziale delimitata da un orizzontamento superiore e uno inferiore e da 1:N "pareti" che non sono necessariamente costituite da superfici continue tra uno spigolo e l'altro, tant'è che il modello può prevedere anche vani cilindrici. La navigazione all'interno dell'edificio e la visualizzazione di qualsiasi oggetto rilevato viene quindi resa possibile dal concetto di adiacenza topologica piuttosto che dalla posizione geometrica espressa attraverso una serie complessa di coordinate; all'interno di ciascun vano si possono inoltre definire tutti gli impianti e gli oggetti mobili, tra cui, in particolare, le opere d'arte in esso contenute.

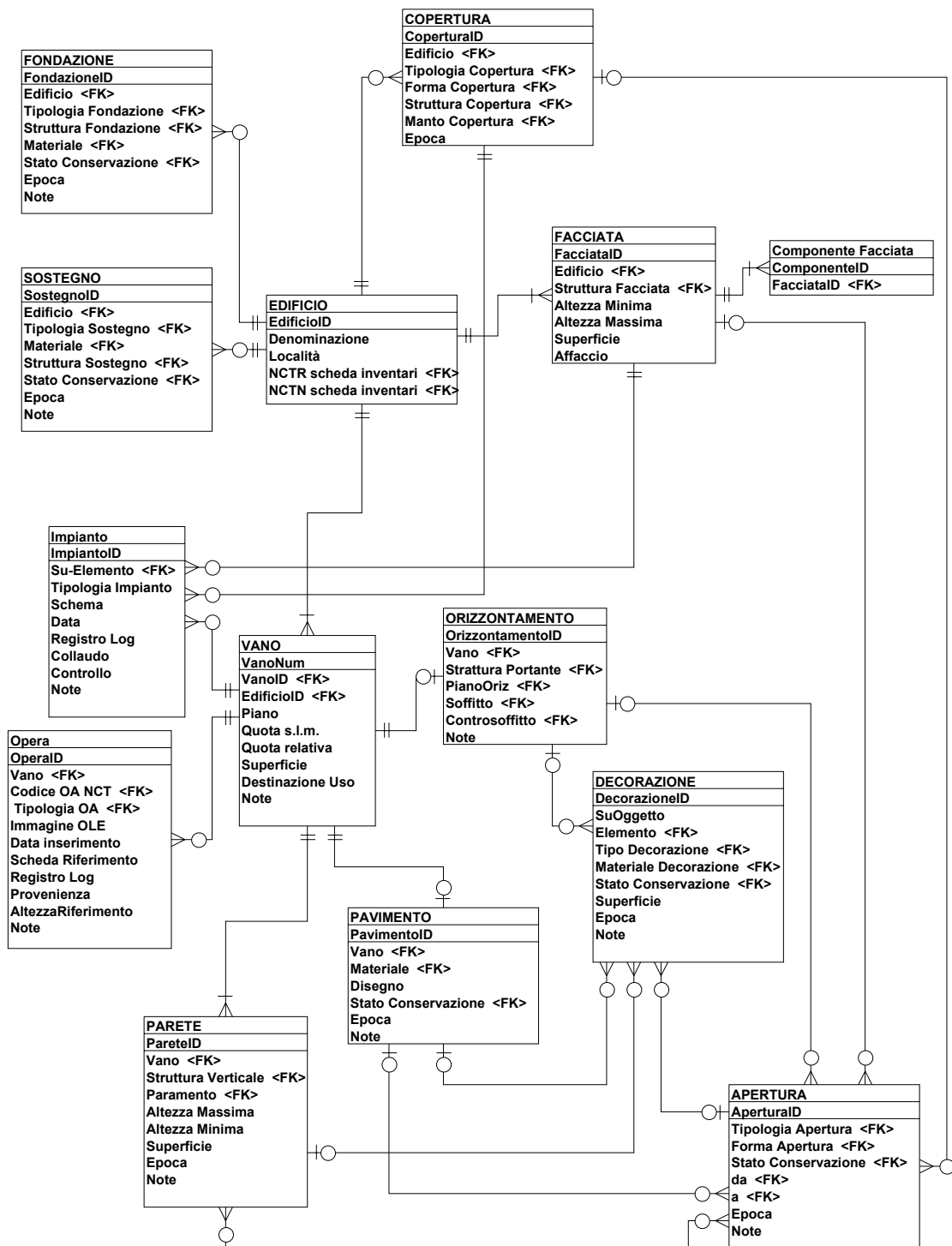


Fig.2 Il modello fisico dei dati

Il modello è stato poi sviluppato e normalizzato definendo tutti gli attributi e le relazioni tra le entità; sulla base del modello fisico dei dati è stato strutturato il database di Access97 che, attraverso maschere opportunamente realizzate, permette di inserire, aggiornare e modificare i dati dei vari campi.

Nel contesto del sistema il database ha una funzione preminente poiché in esso sono contenute tutte le *features* e i relativi attributi che consentono all'utente, attraverso le maschere di Access, di gestire tutti i campi disponibili.

Tuttavia per le finalità di correlazione con il territorio e con gli eventi che su questo accadono, è stato necessario mantenere alcune informazioni relative al sistema geografico di riferimento, ovvero si è ripresa in considerazione la collocazione geografica dell'edificio per porla in relazione con l'ambiente e i suoi rischi. Consideriamo, ad esempio, le esigenze operative che possono derivare da una calamità naturale come un'alluvione e consideriamo inoltre che la necessità di creare un supporto per gli interventi di salvaguardia va esteso, oltre che al bene stesso, anche ai beni mobili in esso contenuti, poiché questo, come molti altri complessi monumentali, sarà contenitore di opere ed anzi, in particolare, diverrà in parte sede di un museo. Di ciascun vano viene dunque fornita la quota relativa al piano medio di riferimento ma anche la quota assoluta sul livello del mare; per le opere d'arte, essendo queste mobili, si è preferito utilizzare il concetto di altezza rispetto al piano di riferimento rappresentato dal pavimento. Ciò permette evidentemente in caso di eventuali esondazioni di localizzare immediatamente i vani che ne verranno interessati e conoscendo il livello atteso, prevedere quali opere sono a rischio.

## **LA RICERCA DELL'INTEROPERABILITÀ**

Una ulteriore necessità è stata quella di concepire il singolo sistema come un database aperto e distribuito, facente parte di un sistema molto più esteso: se, infatti, in un intervento di restauro è necessario esaminare i valori e le caratteristiche intrinseche di ogni dettaglio, per molti di questi sarebbe indispensabile la comparazione con situazioni analoghe, anche se esterne all'edificio in esame. Prendiamo ad esempio un singolo capitello: sarebbe estremamente utile confrontare i dati che lo identificano con quelli di altri elementi, presenti in palazzi diversi, che hanno le stesse caratteristiche storiche, materiche, strutturali e che magari hanno già subito interventi di restauro. Ed ancora, sarebbe utile conoscere qual è la cava di provenienza della pietra con cui il capitello è stato realizzato o, perlomeno, dove, sul territorio, esistono cave in grado di fornire un materiale lapideo analogo. Ciò introduce al problema dell'interoperabilità, intesa come un sistema che, attraverso database fisicamente lontani tra loro, ma interconnessi tramite procedure, permetta di eseguire ricerche e scambiare informazioni comprensibili.

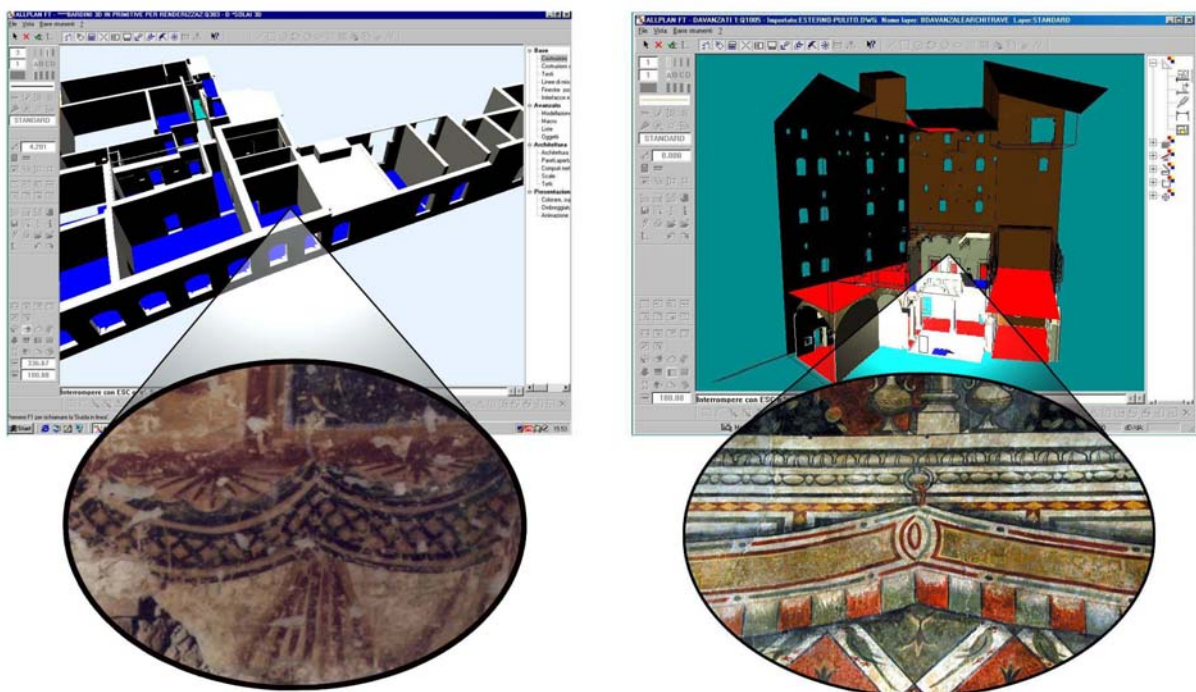
L'interoperabilità ha comunque come indispensabile presupposto quello dell'esistenza di diverse database. Sofferiamoci, ad esempio, in tre campi principali dove concettualmente questi database potrebbero essere individuati:

1. Ogni significativo cantiere di restauro condotto da un Ente Pubblico o, comunque, ogni importante contenitore demaniale riconoscibile come Bene Culturale dovrebbe essere generatore di un sistema informativo. E' infatti lo Stato o, per delega, comunque l'Ente Pubblico, che detiene la responsabilità della tutela dei Beni Culturali; lo Stato deve dunque svolgere funzione di guida in quella che è la prima azione di tutela, ovvero la conoscenza e la documentazione. Dobbiamo quindi considerare improcrastinabile una corretta e ordinata raccolta di tutti i dati conoscitivi acquisiti e soprattutto di quelli inerenti le metodologie di restauro di volta in volta applicate, raccolta di cui deve essere garantita la sistematicità, per poterne poi garantire l'accessibilità e lo studio da parte di qualsiasi utente.
2. Ogni Ente preposto alla tutela del territorio, quali ad esempio i vari Servizi e Istituti presenti sia a livello regionale che nei singoli Ministeri, costituisce potenzialmente un prezioso database tematico. Dall'Ute, all'IGM, al Servizio Geologico Nazionale, all'Istituto Idrografico, al Servizio Inquinamento ecc.
3. Ogni Istituto Universitario, scientifico e di ricerca, quali ad esempio il CNR, l'ENEA, l'Istituto Centrale per il Restauro, l'Opificio delle Pietre Dure, varie facoltà scientifiche e umanistiche, ecc.,

conducono ormai da molti anni ricerche e sperimentazioni . Queste attività sono svolte seguendo programmi individuati autonomamente, ma anche per sollecitazione o richiesta di uno specifico utente e sono quasi sempre riconosciute, anche in campo internazionale, di altissimo livello scientifico. Questi istituti sono a volte dotati di preziose banche dati informatizzate, ma il più delle volte organizzano archivi, sempre preziosi, ma parziali e cartacei.

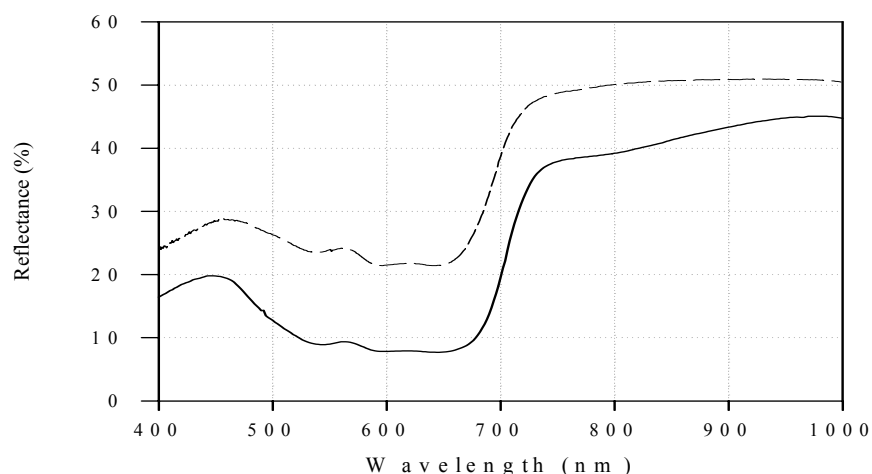
I dati contenuti nelle diverse database descritte nel punto 1) risultano facilmente correlabili fra loro, poiché, anche se strutturate in modo indipendente e con una diversa metodologia, esse vengono quasi sempre progettate da individui con una formazione e con professionalità molto simili. Alcuni elementi architettonici o decorativi che presentano particolari caratteri stilistici e che sono presenti in un palazzo di difficile datazione e attribuzione, possono, ad esempio, essere messi in relazione con altri presenti in altri edifici di cui si conoscano autore ed anno di costruzione, ottenendo un contributo significativo per la conoscenza della loro matrice stilistica senza incontrare grandi ostacoli. L'analisi delle analogie stilistiche è infatti reso possibile perché nella struttura del database questi elementi, così come tutti gli altri rilevabili, oltre ad essere descritti nelle geometrie e nei caratteri essenziali anche attraverso tabelle correlate che possono fornire tutti i dati per un'analisi statistica, sono comunque inseriti in campi OLE che permettono di recuperare immagini di qualsiasi tipo (fotografiche, spettrali, ecc.).

Se invece cerchiamo di capire non solo la matrice stilistica ma, studiando ad esempio degli affreschi, anche quanto della loro superficie totale sia originale o ricostruita, rischiamo, nell'ambito di banche dati dello stesso genere, di non trovare tutte le risposte necessarie. Consideriamo un esempio concreto: Gli affreschi che decorano le principali sale di palazzo Davanzati, oggi museo della casa fiorentina, sono in gran parte ricostruiti dall'antiquario Volpi a cavallo fra otto e novecento, ma non sappiamo esattamente per quali porzioni; questi affreschi possono, con una ricerca relazionale, porsi in parallelo con i frammenti delle pitture murali, certamente originali, ritrovate sotto il livello di un pavimento cinquecentesco del palazzo dei Mozzi di Firenze e inglobate in strutture trecentesche. Le analogie stilistiche sono indiscutibili, ma non sono un dato sufficiente a datare le diverse parti delle pitture di palazzo Davanzati.



**Fig.3** Spaccati dei modelli tridimensionali del palazzo Mozzi Bardini e del palazzo Davanzati, entrambi a Firenze, con indicazione e localizzazione delle pitture murali rappresentanti un paramento a panneggio.

Per procedere nello studio è necessario indagare in settori che hanno una specificità diversa. E' possibile, ad esempio, verificare la composizione dei pigmenti presenti nei colori delle diverse pitture e porre questi dati in relazione a quelli riferiti a pigmenti di cui si conosca già la natura e l'ambito temporale di utilizzo. Per fare questo si devono paragonare due così detti spettri di riflettanza, ovvero due grafici che riportano la percentuale di radiazione riflessa dal campione in esame rispetto a quella riflessa da un bianco di riferimento. Nel grafico qui sotto riportato, la curva tratteggiata corrisponde alla misura ottenuta in situ su un affresco dell'Allori nel refettorio di S. Maria Novella a Firenze, mentre la curva continua corrisponde alla misura del pigmento di riferimento, smaltino, che esiste nel database dell'istituto che ha svolto le indagini. Se in questo caso fortunato la somiglianza appare evidente a occhio nudo, tuttavia più in generale si possono utilizzare anche tecniche statistiche per assegnare, con una certa probabilità, uno spettro incognito ad uno contenuto in un database.



**Fig.4** Spettro di un pigmento di riferimento, denominato smaltino, a confronto con quello tratto dall'affresco rappresentante *la caduta della Manna*, di Alessandro Allori, nel refettorio di S.Maria Novella a Firenze. Lo studio è stato condotto dall'Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche "NELLO CARRARA", del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Risulta quindi evidente che, per approfondire lo studio di molti apparati decorativi, come quello di palazzo Davanzati o di S.Maria Novella, è necessario accedere a diversi database, presumibilmente anche compresi fra quelli citati al punto 3), dove dovrebbero essere stati raccolti e organizzati tutti i risultati delle centinaia di analisi svolte in questo campo dai diversi istituti. Più genericamente, considerando che i Beni Culturali, sono entità preziose per i contenuti storici e artistici in essi presenti, ma che il loro studio e la loro conservazione è legata non solo a contingenze sociali e di cultura variabili nel tempo, ma, si ribadisce, anche ai caratteri sia delle materie che ne definiscono la natura fisica sia dell'ambiente in cui sono collocate o si trovano a transitare, ciò che si rende indispensabile è la possibilità di accesso e di relazione, possibilmente in tempo reale, con tutte le informazioni presenti in tutti e tre i "campi" inizialmente richiamati.

Se per soddisfare le necessità di studio descritte fosse possibile organizzare tutti i risultati delle diverse attività tecniche e scientifiche in database informatiche, il problema non sarebbe comunque risolto.

Una notevole difficoltà consiste nel fatto che la ricerca si scontra spesso con le cosiddette "isole informatiche"; operatori specialisti tendono infatti a vedere la propria disciplina come un mondo aperto solo agli addetti al settore che condividono lo stesso linguaggio e le stesse comprensioni del dominio del problema. E' quindi frequente il caso che uno stesso elemento sia definito in modo diverso a seconda se "letto", ad esempio, da un geologo piuttosto che da un architetto, anche se l'uno è funzionale all'altro. Considerando le colonne del Chiostro degli Aranci, interno al complesso della

Badia Fiorentina, dovendo decidere una metodologia di restauro ed eventuali parziali integrazioni, l'architetto che affronti la ricerca si deve addentrare in una selva, per lui oscura, di composizioni mineralogiche principali, composizioni medie della componente argillosa, valori medi dell'analisi modale e caratteristiche fisiche di quelle colonne che, tutt'al più, lui ha individuato essere realizzate in pietra serena. Un database che raccolga poi le qualità delle pietre estratte nelle diverse cave storiche di pietra serena presenti nel territorio fiorentino, le classifica certamente secondo quegli stessi canoni. E' dunque necessario che, durante il percorso della comparazione con i dati dei campioni e l'individuazione e interpretazione della loro corrispondenza, i risultati siano tradotti e quindi espressi in un linguaggio comprensibile a chi deve fruirne: le pietre con cui sono state realizzate le colonne hanno caratteri simili in parte a quelle estratte dalle cave di Maiano ed in parte da quelle della Faentina-Bolognese. (1)

Un altro esempio significativo di linguaggio condiviso con difficoltà può essere lo studio fisico-chimico svolto per il restauro della Loggia del Bigallo, sempre a Firenze, finalizzato ad ottenere risposte scientifiche ad interrogativi concreti suscitati dall'analisi dello *status ante* sia di parte delle pitture murali, sia di alcuni materiali lapidei presenti. Anche i risultati di queste analisi dovranno, come quelli già citati, essere necessariamente descritti ed infine archiviati in un database nella loro forma originale, perché possano essere anche in futuro disponibili e consultabili; in particolare per ogni campione prelevato si tratta di uno spettro edax, di uno spettro infrarosso, di microanalisi del fronte o degli strati interni delle pitture ed anche di alcune mappature di sezioni lucide. Ma per essere fruiti dal progettista i dati emersi devono necessariamente essere tradotti in altra forma del genere: "... quasi tutti i campioni indagati presentano una discreta percentuale di fluoro, percentuale in alcuni campioni molto alta ( intorno al 20% ). Questo dato sperimentale consente di dare risposta affermativa al quesito circa la possibilità che questi manufatti siano stati trattati con fluorosilicati e/o perfluoropolietilene".(2)

Sarebbe auspicabile, per rompere queste "isole", che fosse allargabile la "comunità informatica" attraverso una migliore definizione degli oggetti e delle loro relazioni. Questo esercizio deve essere portato avanti da un Ente di ricerca, come già sta facendo l'UNI con le raccomandazioni NORMAL, per valutare quanto meno il limite fino al quale si può spingere la descrizione di un oggetto attraverso attributi comuni; è chiaro che là dove esistono limiti invalicabili si deve quindi introdurre il concetto di "traduttori semantici" che consentono a soggetti diversi di leggere lo stesso oggetto con proprietà diverse ma confrontabili.

In riferimento a quest'ultimo aspetto un'ipotesi di studio può essere quella di verificare quali siano i diversi serbatoi di dati già esistenti nell'ambito territoriale fiorentino, inerenti alla tutela dei Beni Culturali, anche se non direttamente finalizzati alla tutela stessa ed anche se non ancora organizzati e gestiti in un Sistema Informativo o in un DataBase. Ipotizzare quindi alcune relazioni fra i dati presenti nel Sistema realizzato e quelli di altri archivi per esplorare più costruttivamente le strade percorribili per un comune linguaggio di informazione, una rete di nodi informativi e di *clearinghouse* che permettano un reale interscambio dei dati.

Potrebbe essere al tal fine proponibile, in via sperimentale, la creazione di un *network* di nodi ospitati presso *provider* che garantiscano un funzionalità 24ore/7giorni la settimana, contenente i metadati dei dati spaziali che ciascun Ente/Istituto ha a disposizione. Un tavolo o Ente di coordinamento potrebbe proporre il "profilo" utilizzabile ed avviare un prototipo multidimensionale per valutare, attraverso la rete stessa, il livello di accesso e di corrispondenza che i set dei dati disponibili hanno con le necessità dell'utente.

Ciò potrebbe incoraggiare la veicolazione dei dati, ed in parte la rottura delle isole informatiche e informative, senza compromettere il "possesso" dei dati che rimarrebbe esclusivo dell'Ente/Istituto.

### **Note**

- 1) Lo studio sulle arenarie utilizzate nell'architettura monumentale fiorentina e sulle cave storiche di provenienza, è stato condotto dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze e dal Centro di Studio sulle Cause di Deterioramento e sui Metodi di Conservazione delle Opere d'Arte del CNR.
- 2) Le indagini chimico-fisiche sui campioni provenienti dalle pitture murali e dai materiali lapidei della Loggia del Bigallo di Firenze, sono state condotte dal Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase, c/o il Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Firenze.

### **Bibliografia**

MOLENAAR M. (1998). *"An Introduction to the Theory of Spatial Object Modelling for GIS"*. Taylor & Francis. pp. 7

BANCHELLI A., FRATINI F., GERMANI M., MALESANI P., MANGANELLI DEL FA C. (1997). *The sandstones of florentine historic buildings: individuation of the marker and determination of the supply quarries of the rocks used in some florentine monuments*. In Science and Technology for Cultural Heritage, 6 pp.13-22.